

ВЛИЯНИЕ ИЗНОСА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА НА СИЛУ РЕЗАНИЯ И СИЛУ ТРЕНИЯ ПРИ СВЕРЛЕНИИ ГЛУБОКИХ ОТВЕРСТИЙ В АЛЮМИНИИ

1. Введение

В процессе обработки режущий инструмент подвергается интенсивному износу под влиянием физических явлений (адгезионное взаимодействие, механическое заклинивание микрочастиц материала в поверхности сверла, истирание и др.) сопровождающих этот процесс. Величина износа влияет на значительное увеличение силы трения за счет постоянного прироста площади поверхности контакта, что в свою очередь приводит к приросту силы резания. Прирост силы резания происходит не постепенно, а в три этапа [1 - 5]: первый этап это прирост силы резания и силы трения под влиянием износа происходит за счет приработки контактных площадок, причем он происходит довольно быстро, после чего наступает другой период; второй – время незначительного прироста силы резания и силы трения, который характеризуется постепенным износом и наиболее продолжителен, следовательно, влияет незначительно, доопределенного периода; третий – этап катастрофического износа, т.е. прирост силы резания и силы трения за очень короткий промежуток времени может превысить предел прочности инструментального материала, что вызывает его внезапный отказ.

Однако при глубоком безвыводном сверлении стандартными спиральными сверлами с элементами дробления стружки данных о влиянии величины износа на силу резания и силу трения в технической литературе отсутствуют. Поэтому необходимо установить влияние износа режущего инструмента на силу резания и силу трения при сверлении глубоких отверстий в литейных алюминиях.

2. Изложение основного материала

Величина механического износа режущего инструмента при неглубоком сверлении отверстий превышала во много раз адгезионный, поэтому при расчете влияния износа на силу резания, следовательно, последним в расчетах можно пренебречь.

Наибольшей величины механический износ h_3 (см. рис. 1) достигал в местах перехода ГРК в ленточки, т.е. на вершине сверла h_B , наименьший по вспомогательным ленточкам h'_B . Причем износ по ленточке уменьшался по мере удаления от вершины режущего инструмента, связано это с тем, что по мере увеличения глубины отверстия постепенно увеличивается площадь контакта ленточки и поверхности A_γ отверстия. За критерий общего износа h_3 принималась наибольшая величина износа $h_3 = h_B$. В процентном соотношении к наибольшему износу на вершине сверла износ по другим режущим кромкам и поверхностям достигал: $h'_3 = 6,0\%$; $h_n = 50...60\%$; $h'_B = 5...20\%$ и $h_A = 1...4\%$.

Влияние величины износа инструмента h_3 на осевую составляющую силы резания (P_0) и крутящего момента ($M_{кр}$) устанавливались при сверлении литейных алюминиев на установке специально изношенными сверлами $D = 11,2$ мм из быстрорежущей стали Р6М5Ф3 с постоянными геометрическими параметрами режущей части сверла и скоростью резания ($V = 31,65$ м/мин) и подачей ($S = 0,26$ мм/об). Интервал величин износа режущего инструмента, при которых производились опыты по определению влияния износа сверла на силу резания, для наших условий был принят: $h_3 = 0,1; 0,2; 0,3; 0,4$ и $0,5$ мм.

По результатам полученном в ходе проведения опытов строили графики зависимости осевой составляющей силы резания и крутящего момента от износа сверла (см. рис. 2, а и б), которые описываются формулами:

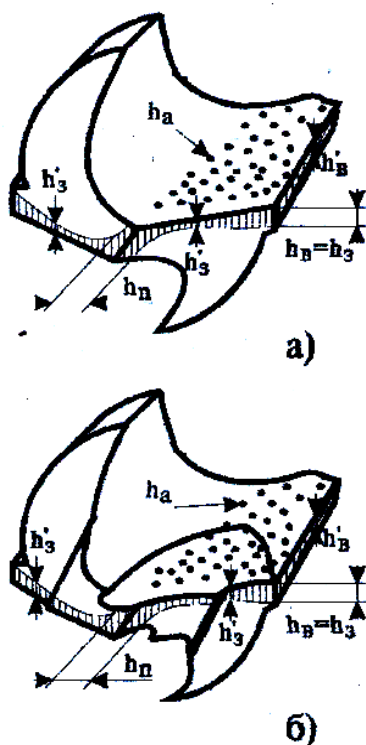


Рисунок 1 - Схема действия адгезионного и механического износа по поверхностям $A\alpha$ и $A\gamma$ стандартного (а) и стандартного с элементами дробления стружки (б) сверла при глубоком безвыводном сверлении отверстий в литейных алюминиевых сплавах. $V=31,65$ м/мин; $D=11,2$ мм; $f=0,26$ мм/об; $n=900$ об/мин; расход СОТС "АКВОЛ-11М" - 5 л/мин. P_d - адгезионный и механический износ по передней поверхности $A\gamma$; t_3 - износ по задней поверхности $A\alpha$; - износ поперечной кромки; ^{11}B - износ по вспомогательной кромке "ленточке"; h_B - износ вершины сверла; 3 - суммарный износ сверла.

$$P_O = 20,0h_3^{0,55} \quad (1)$$

$$M_{KP} = 2,06h_3^{0,58} \quad (2)$$

По сравнению со степенью влияния режимов резания (подачи, диаметра, скорости резания) на осевую составляющую силы и крутящий момент, износ сверл на эти значения влияет также, т.е. увеличение износа по передней и задней поверхности спиральных сверл приводит к росту значений осевой составляющей силы резания и крутящего момента. Это зависит от соотношения работы силы резания и силы трения.

На рисунке 2 показано, что с увеличением износа по поверхности $A\alpha$ растет величина радиуса округления главной режущей кромки, следовательно, увеличиваются размеры контактных площадок, и как следствие этого, растет сила резания и сила трения. При этом в зависимости от величины износа по задней поверхности $A\alpha$ сверла, прирост осевой составляющей силы происходит не равномерно, т.е. до величин износа 0,1...0,2 мм она растет очень быстро (происходит так называемый период приработки режущего инструмента).

Затем наступает период относительной стабилизации роста P_O в зависимости от величины износа, тогда как сама величина износа растет, а прироста P_O и M_{KP} не наблюдается. Связано это с уменьшением контактных касательных напряжений на площадке износа по мере увеличения её размеров, т.е. наступает период стабильной работы инструмента в интервале величин износа от 0,2 до 0,45 мм.

При достижении величины износа более 0,45 мм, линейный износ задней поверхности вследствие роста температуры вновь начинает расти и кривая износа круто идет вверх, т.е. этот интервал величин износа $h_3 > 0,5$ мм вызывает катастрофический износ инструмента. Это вызвано тем, что температура трения на контактных площадках приближается к температуре рекристаллизации ($t=400^\circ$, C) и быстрорежущая сталь теряет свои режущие свойства. Крутящий момент M_{KP} в зависимости от величины износа сверла возрастает менее интенсивно, чем P_O . В остальном влияние износа инструмента на M_{KP} такое

же, как и при P_0 . Кроме этого в процессе проведения опытов установлено, что механизм износа стандартных сверл при ГБС такой же, как и при неглубоком сверлении и согласуется с мнениями различных авторов по этой проблеме.

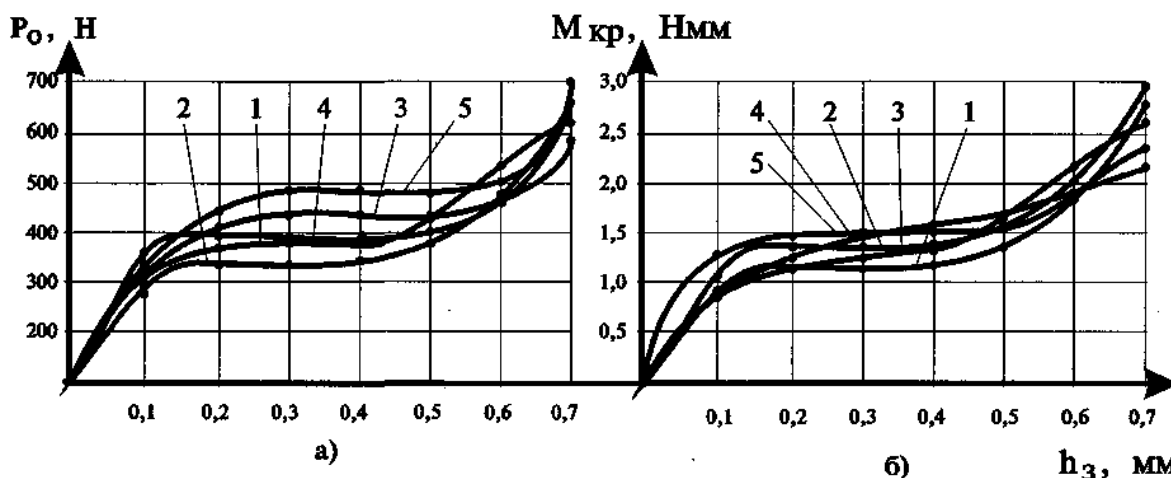


Рисунок 2 – Влияние износа сверла h_3 на осевую составляющую силы резания (а) и крутящий момент (б) при обработке глубоких отверстий спиральными сверлами с элементами дробления стружки.

1 – АК7; 2 – АК7n; 3 – АК5М2; 4 – АК7nc; 5 – АК7Ц9.

3. Выводы

По результатам, полученным в ходе проведения опытов по изучению влияния величины износа и силы трения на осевую составляющую силы резания и крутящего момента при обработке глубоких отверстий в литейных алюминиевых сплавах стандартными спиральными сверлами с элементами дробления стружки можно сделать выводы:

1. Закономерности изменения осевой составляющей силы резания и крутящего момента существенно не отличаются от общепринятых.
2. Применение стандартных спиральных сверл с элементами дробления стружки позволяет существенно снизить влияние силы трения и износа на P_0 и $M_{кр}$, т.е. без существенного изменения конструкции инструмента возможно увеличение глубины сверления.
3. Изменение влияния силы трения и износа на P_0 и $M_{кр}$ связано в первую очередь со снижением адгезионного взаимодействия фрагментов стружки с обработанной поверхностью детали и передней поверхностью инструмента.

Литература

1. Даниелян А.М. Теплота и износ инструмента при резании металлов. - М.: Машгиз, 1954. - 276 с.
2. Денисенко В.И. Жесткость и стойкость сверл.// Исследования в области инструментального производства и обработки металлов резанием. - Тула: ТПИ, 1991. - С. 76.
3. Зорев Н.Н. О взаимосвязи процессов в зоне стружкообразования и в зоне контакта передней поверхности инструмента. // Вестник машиностроения. - 1968. - №12. - С. 42-50.
4. Костецкий Б.И., Натансон Н.Э., Бернадский Л.И. Механические процессы при граничном трении. - М.: Наука, 1972. - 170 с.
5. Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ. - М.: Машиностроение, 1977. - 526 с.